

Влияние композиционного (химического) упорядочения на температуры магнитных и сегнетоэлектрических фазовых переходов сложных перовскитов $\text{PbB}'_{1/2}\text{B}''_{1/2}\text{O}_3$ и твердых растворов

И.П. Раевский¹, С.П. Кубрин¹, А.В. Пушкарев², Н.М. Олехнович², Ю.В. Радюш²,
А.А. Гусев³, С.И. Раевская¹, В.В. Титов¹, М.А. Малицкая¹

¹ Южный федеральный университет, 344090 Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: igorraevsky@gmail.com

² Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению 220072 Минск, Беларусь

³ Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, 630128 Новосибирск, Россия

Функциональные материалы на основе сложных перовскитов типа $\text{PbB}'_{1-m}\text{B}''_m\text{O}_3$ ($m = 1/3$ или $1/2$) обладают выдающимися диэлектрическими, электрострикционными, пьезоэлектрическими и пьезоэлектрическими характеристиками. Их свойства зависят, в частности от степени S дальнего порядка в расположении катионов B' и B'' по эквивалентным узлам кристаллической решетки (композиционное или химическое упорядочение) [1, 2]. Подобное упорядочение может наблюдаться и в твердых растворах, содержащих в подрешетке B несколько типов катионов. Помимо упорядочения ионов B' и B'' по типу NaCl, наблюдающегося в перовскитах с $m = 1/2$, в перовскитах с $m = 1/3$ реализуется упорядочение по типу случайных узлов, не приводящее к значительному уменьшению размытия максимумов диэлектрической проницаемости [3, 4]. Кроме того, возможно локальное упорядочение ионов, так называемый ближний порядок в их распределении по эквивалентным узлам решетки [5]. Величину S можно изменять длительным отжигом при высоких температурах [1-3], спеканием керамических образцов в присутствии жидкой фазы и выбором соответствующих условий роста кристаллов или синтеза под высоким давлением [2, 6, 7]. Установлено также, что высокоэнергетическая механическая активация при механохимическом синтезе стимулирует разупорядочение ионов B' и B'' в керамиках некоторых сложных перовскитов [8-12].

Композиционное упорядочение ионов в железосодержащих перовскитах-мультиферроиках, в том числе локальное, существенно влияет на температуру магнитного фазового перехода T_N так как она определяется количеством цепочек $\text{Fe}^{3+}-\text{O}^{2-}-\text{Fe}^{3+}$ [13-15], а упорядочение уменьшает число магнитных соседей вокруг каждого иона Fe^{3+} .

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (проекты 20-03-00920_а и 20-52-00045_Бел_а) и Белорусского Республиканского Фонда Фундаментальных Исследований (проект T20R-169).

3. C.G.F. Stenger, F.L. Scholten, A.J. Burggraaf, *Solid State Commun.* **32**, 989 (1979).

4. A.A. Bokov, I.P. Rayevsky, *Ferroelectrics* **190**, 125 (1989)

5. P.K. Davies, et al., *Annu. Rev. Mater. Res.* **38**, 369 (2008).

6. I.P. Raevski, et al., *Integrated Ferroelectrics* **53**, 475 (2003).

7. S. Prosandeev, L. Bellaiche, *Phys. Rev. B* **94**, 180102(R) (2016)

8. I.P. Raevski, V.Y. Shonov, M.A. Malitskaya, et al., *Ferroelectrics* **235**, 205(1999).

9. I.P. Raevski, A.V. Pushkarev, S.I. Raevskaya, et al., *Ferroelectrics* **501**, 154 (2016).

10. X. Gao, J. Xue, J. Wang, *Mater. Sci. Eng. B* **99**, 63 (2003).

11. I.P. Raevski, A.A. Gusev, V.P. Isupov, et al., *Ferroelectrics* **525**, 54 (2018).

12. A.A. Gusev, S.I. Raevskaya, V.V. Titov, et al., *Ferroelectrics* **496**, 231 (2016).

13. S.I. Raevskaya, A.A. Gusev, V.P. Isupov, et al., *Ferroelectrics* **542**, 28 (2019)

14. S.I. Raevskaya, A.A. Gusev, V.P. Isupov, et al., *Ferroelectrics* **525**, 37 (2018).

15. M.A. Gilleo, *J. Phys. Chem. Solid.* **13**, 33 (1960).

16. G.A. Smolenskii, V.M. Yudin, *Sov. Phys. Solid St.* **6**, 2936 (1965).

17. N. Kalanda, et al., *J. Magn. Magn. Mater.* **500**, 166386 (2020).